

# ベルギーにおける「メダカのたんじょう」の教材開発

前ブラッセル日本人学校教諭

京都府京都市立宇多野小学校教諭 北波 岳史

キーワード：在外教育施設、ベルギー、理科教育、メダカ、ゼブラフィッシュ

赴任校の概要（2022年4月1日現在）

学校名・日本語：ブラッセル日本人学校

学校名・現地表記：The Japanese School of Brussels

A. S. B. L

URL: <http://www.japanese-school-brussels.be/>

## 1. はじめに

在外教育施設で教育活動をするにあたって、特に理科の実験については、実験材料や器具がなかなか入手できず、難しいという声を聞く。本当にそうだろうか。日本の教科書に載っているものと同じものを使おうとすると、確かに難しい。しかしながら、現地にも学校があり、自然がある。現地の教育や自然に目を向けたとき、代替品として使えるものはないだろうか。日本では見られない自然環境で海外ならではのものがあるのではないだろうか。それは子ども達の好奇心を刺激し、深い現地理解へとつながるのではないだろうか。「この実験は、在外教育施設では難しい」という声を解決することを目的として「ベルギーにおける自然環境の研究と教材開発」を研究テーマに設定し、在任中に取り組んだ。国内で理科の研究に携わってきた視点から、教材として使いそうなものを探しつつ、これまで実施が困難とされていた実験においては、教材開発を試みた。

ここではその中から、ゼブラフィッシュを用いた「メダカのたんじょう」の学習について紹介したい。

## 2. ゼブラフィッシュを使った、動物の発生や成長の観察について

### (1) ベルギーの現状と、文部科学省の指針

小学校5年生「メダカのたんじょう」の学習では、メダカを育てる中で、卵の様子に着目して、動物の発生や成長の様子を調べる。しかしメダカの生息地は東アジアから東南アジアに限られる。ヨーロッパには生息していない上、ベルギーでは観賞用に高値で取引されている一部を除き、熱帯魚店や量販店での取り扱いもない。メダカが入手できず、対応に苦慮しているとの声を受けて、教材化したのが本種である。

平成29年改訂の小学校学習指導要領解説（文部科学省2018）によると、「(ア)魚を育て観察する中で、魚が生んだ卵の中の様子に着目して、それらと時間の経過とを関係付けて、卵の中の変化を継続して観察して調べる」とある。これらの活動を通して「魚には雌雄があり、生まれた卵は日がたつにつれて中の様子に変化してかえること」を捉えさせるのが到達目標である。また教材として扱う対象としては、「(ア)については、内部の変化の様子を捉えやすい魚の卵が適しており、これらを実態顕微鏡など用いて観察していくようにする」とされている。

これらの条件を踏まえて考えると、雌雄の個体差が観察でき、卵が透明で中の様子の変化が捉えられる魚であれば、メダカの代替えとなり得るのではないかと考えた。ベルギーでも簡単に入手できて、透明な卵を産む魚として、たどり着いたのがゼブラフィッシュである。ゼブラフィッシュはメダカと似たような大きさで、透明な卵を産む。そのため卵の中で目ができて心臓ができ、血液が流れる様子などが観察できる。目ができて、血流が見られ、やがて回転運動が始まるのはメダカの学習では代表的な変化である。ぜひ観察させておきたい。

## (2) 検証の目的と、条件の設定

ゼブラフィッシュのみを用いて授業を行った場合に、発生に関する知識・理解をどこまで習得させることができるかについては、大変大きな問題である。また、学校現場への導入にあたっては、誰が見ても分かりやすく、誰でも簡単に扱えること、手間ができるだけ少ないことも重要である。よって単年度の研究で終わらせず、自分が帰国した後も継続的に使用できる教材となり得るかどうかにについては、検証しておきたい。

以上の理由から今回は、ゼブラフィッシュのみを教材として扱い、発生に関する知識・理解をどこまで習得させることができるか、いかに最小限の手間で観察と飼育を行うかに焦点を当て、実践を行った。

ゼブラフィッシュは雌雄別々に飼育した個体を一つの水槽に入れると、産卵行動を観察できる。しかしながら常に水槽を2つに分けて管理し続けることは負担が大きい。十分な餌と水温があれば産卵させることは可能であると考へ、水槽は1つにした。光は自然光、水温は26℃（ヒーター使用）、できるだけ手間の少ない飼育方法を選択した。餌は量販店で買ったものを朝夕の1日2回与えた。

## (3) ゼブラフィッシュとメダカの比較

学習を始めるにあたり、事前学習の時間を1時間とった。卵の観察はスピード勝負で、ゼブラフィッシュの発生にかかる時間はわずか2〜3日である。いざ卵を産んでしまうと、息つく間もなく変化が続き、あっという間に孵化するため、観察にかかりつきりになってしまう。そのため予備知識は事前に指導しておく必要があると考へた。

内容はゼブラフィッシュの体の特徴と雌雄の区別、生殖行動の違いについて事前学習を行った。今回はゼブラフィッシュのみを用いて授業を進めるため、メダカならどうなるのか、それぞれの点について、メダカと比較しながら確認していった。こうしてまとめてみると「メダカのたんじょう」の単元で学習するメダカの代表的な特徴は、実は産卵方法に大きく関係していることが分かる。(図1)

メダカもゼブラフィッシュも、メスが排卵した卵にオスが精子をかけて受精するというのは、共に同じである。違うのはその手段である。メダカはオスがメスをひれでつかまえて、排卵した卵に精子をかける。だからオスの背びれとしりびれは大きい。一方ゼブラフィッシュはオスがメスを追いかけて、排卵した卵に精子をかける。だからオスもメスも、背びれとしりびれの違いはない。

また、メダカの卵は付着卵である。メスはお腹についた卵を水草につける。卵の表面には細かい毛がたくさん生えている。一方ゼブラフィッシュの卵は沈静卵である。産んだ卵は底に沈む。だから卵の表面には細かい毛などは生えていない。これが観察の際には、非常に中身が見やすくて良い。

それぞれの特徴には合理的な理由があることが分かり、興味深く、子ども達も納得した様子だった。

## (4) 産卵と卵の観察

ゼブラフィッシュの沈んだ卵を採取できるように小型水槽を浮かべ、雄と雌を入れて様子を見た。ペアを替えながら観察を続けたところ、1週間ほどで卵の採取に成功した。採取できたのは40個ほど。60〜400個期待できることだったので、若干少ないようにも感じたが、メダカが1回に産む個数と比べると桁違いに多い。1人につき

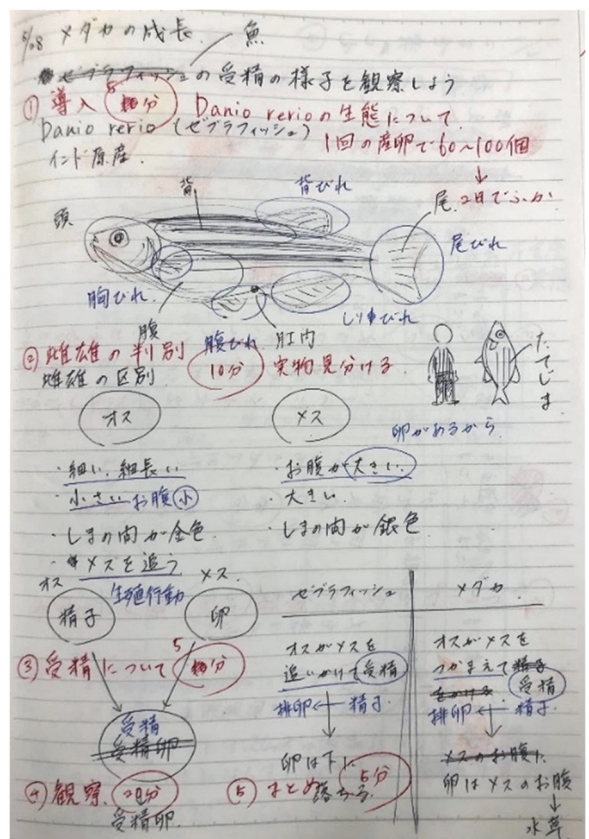


図1 実際の授業に用いた板書計画

1個ずつ観察させたとしても、1回の産卵で十分な数が確保できる。

朝の時点ですでに初期の細胞分裂が進んでいたため、急遽観察の時間をとった。観察は午前と午後の2回、これに加えて休み時間は自由参加とした。使用可能なすべての顕微鏡と双眼実体顕微鏡、解剖顕微鏡を配置し、それぞれに卵をセットし、1人1個ずつ観察できる環境を用意した(図2)(図3)。

また、タブレット端末を1台固定し、写真及びタイムラプス動画の撮影も同時に行った。背面カメラのレンズを接眼レンズの位置に合わせ、実験用スタンドで固定した。(図4) レンズ同士を密着させると映らないが、少し離すと驚くほど鮮明に映すことができる(図5)。タブレットの画面をテレビに投影することで、教室全体で共有することも可能になる(図6)。



図2 卵の観察の様子



図3 廊下にも自由観察コーナーを設置

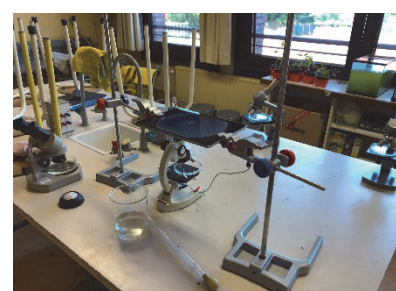


図4 タブレット端末を固定

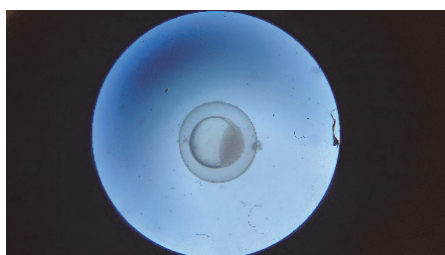


図5 タブレット端末に映る卵



図6 テレビに投影

## (5) 観察の結果

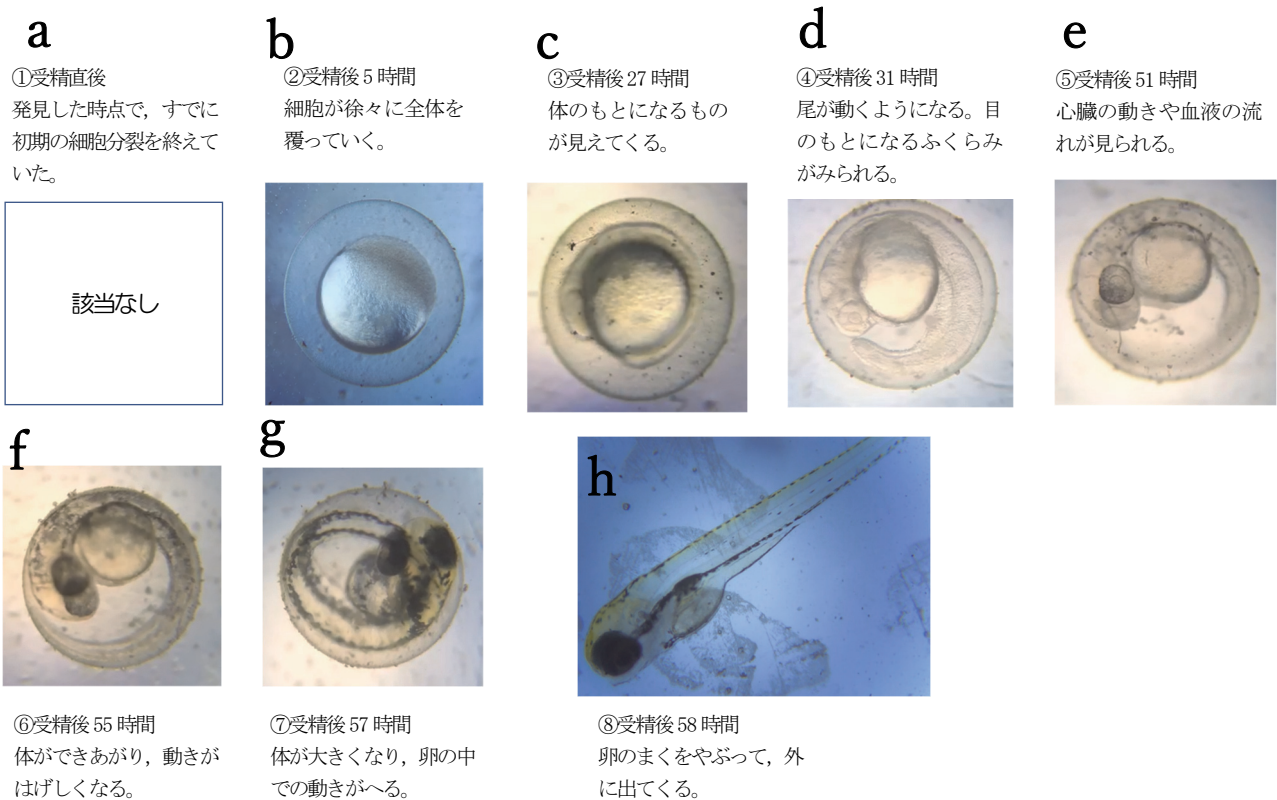
ゼブラフィッシュの卵は、大きさも、変化の様子も、メダカとほとんど同じ様子が観察できた。付着毛がなくて表面がつるつるしているため、むしろメダカよりも観察しやすい。卵は1日目に細胞が表面を覆っていく様子が見られ、2日目の朝には体節ができていた。今回の観察ではタイムラプス動画を積極的に活用した。撮影に使用したiPad (Apple) にはタイムラプス動画の撮影機能が標準装備されている。この機能を使って撮影した動画は、1時間であろうと4時間であろうと、自動的に30秒程度に短縮される。今回はこの機能を使って午前中の観察と午後の観察の間、放課後から翌朝までの間を撮影した。元の動画の長さが異なると、短縮比率に違いが出てしまうため、一定の速さで記録を残すのは難しい。しかしながら1回目の観察と2回目の観察の間に何が起こったのか、夜間に何がどうなって体節が出現したのか、変化の様子を体感するには非常に効果的だった。

顕微鏡の照明には、日本から持参したLEDライトが大いに役立った。日本では卓上の小型ライトが百円均一ショップで手軽に入手できる。反射鏡を取り外してLEDライトを置くだけで良い。(図3) 反射鏡では十分な光が集められないような場所でも、安定して一定の光量が確保できる。余計な熱を発生させて卵にダメージを与えることもない。さらに、夜間の撮影も可能にした。一晩中理科室の電気をつけたままにするわけにはいかないため、夜間の撮影については想定していなかった。退勤前に試しにLEDを設置しておいたところ、日が沈み、理科室の電気を消した真っ暗な状態でも、LEDランプの光量だけで記録できていた。これによって24時間の記録が可能となり、より詳細に卵の変化を観察することができた。

今回記録したゼブラフィッシュの卵の変化を、メダカの変化を掲載している教科書と比較してみると大変興味深い結果となった。

図7のゼブラフィッシュの卵の変化：小学校5年理科 東京書籍 「メダカのたんじょう」参照

図7 ゼブラフィッシュの卵の変化 (a-h)



## (6) 考察

メダカとゼブラフィッシュを比較すると卵の変化は大変よく似ている。細胞分裂が進んで体のもとができ、徐々に親と似たすがたに変化していく様子が見てとれる。心臓の動きや血流、卵の中で動き回る様子など、メダカの観察でおさえておきたい代表的な変化も観察できる。また、タイムラプス動画の映像からは、新たに見えてくるものがあった。受精後31時間が経過し、尾が動くようになった頃から、何十秒かに一度尾を動かして、卵の中で少しずつ動く様子が観察できる。受精後50時間が近づくにつれて、どんどん体ができあがって動きがはげしくなる。タイムラプスで見ると高速回転しているようである。これが55時間を越えた辺りから、一転して動きが鈍くなる。体が大きくなり過ぎて卵の中が窮屈になり、満足に動けないのである。この一連の変化は、さながら人間の胎児のようである。胎児が成長にするにつれて激しくなっていった胎動が、やがて子宮が窮屈になり、臨月を迎えた辺りからだんだん減っていくのに似ている。魚も人間も、発生の過程には意外な共通点があるものだと、非常に興味深かった。この動きの変化は写真からは読み取ることができない。動画資料ならではの気付きもあるものだと、再認識させられた。

観察を続けたゼブラフィッシュは、受精後58時間、観察を続けて3日目の午後に孵化した。撮影に使用した卵も無事に孵化した。長時間にわたってLEDライトを照射したが、幸い大きな影響はなかったようである。観察を終えてみて、メダカとゼブラフィッシュの最大の違いは、孵化にかかる時間であると感じた。メダカは受精後10日くらいかけて、卵の中で徐々に変化をしていく。週2~3回の理科の授業で、観察を進めるのにちょうど良い。一方ゼブラフィッシュは受精後わずか3日で変化を完了して孵化する。観察を進めるには最低でも3日連続で、でき

れば1日2回ずつの計6回行いたい。理科室の使用状況、他学年との兼ね合いによるが、臨機応変に時間割を変える必要があると感じた。

しかしながら3日連続で行うことのメリットとして今回気付かされたのは、子どもの意識が途切れないことである。通常メダカの観察は、理科の授業時間を使って2~3日に1回行う。そのためメダカの卵の存在は、ともすれば忘れられがちになる。そのため教師はメダカの成長を意識させるために、教室に常設してみたり、成長の様子を知らせたり、様々な工夫を強いられる。その点ゼブラフィッシュは3日連続の短期集中で観察するため、子どもの意識は途切れない。朝登校すると、夜の間どんな変化を遂げたのか、気になって仕方がない。観察の時間には、目を輝かせて接眼レンズを覗く。メダカを使って授業を進めたときと比べて、明らかに好奇心が勝っているのが見てとれる。新たな生命が誕生するという瞬間というのは、不思議で、神秘的で、感動的で、子ども達の心に強く残ったようである。発生の学習は、むしろゼブラフィッシュを使った方が良いのではないかとさえ思わされた。

今回メダカ以外の生物を使って発生の学習を進めたのは、自分にとっても初めての試みだったが、ゼブラフィッシュはその可能性を大いに示してくれた。学習後に行った単元テストでは、知識及び技能の問題は、平均点が92.57点であった。背びれやしりびれ等のメダカ固有の特徴を扱った問題についても、概ね正答していた。ゼブラフィッシュのみを教材として扱い、発生に関する知識・理解をどこまで習得させることができるかについては、決して不足はないと感じた。また、いかに最小限の手間で観察と飼育を行うかについては、1つの水槽での飼育が可能。沈静卵の採取には工夫が必要だが、1回の産卵で得られる卵はメダカよりも多い。これらのことからゼブラフィッシュは、動物の発生を学習するにあたって、メダカの代替えとなり得ると考えられる。

### 3. おわりに

ベルギーで行う調査・研究として「ベルギーにおける自然環境の研究と教材開発」をテーマに、取り組みを進めてきた。当地に赴任した3年間でふり返って思うのは、無理に日本の進め方や教材にこだわらず、現地のものを使って臨機応変に進めた方がよいということである。日本人学校の責務は国外において日本国内と同等の教育・学力を保障すること。

その点において日本の教科書を使って、国内であれば学習する内容を同じように扱うのは当然のことである。一方で積極的に現地と関わり、海外ならではの体験を積み重ねるというのも、日本人学校として当然の責務であると考えられる。学習指導要領にはその単元で学習すべき内容や到達目標が書かれている。さらによく読むと、教材として扱う対象や、活動の内容について、いくつかの条件が明示されている。これは言い換えれば、その条件を満たせば、自分の裁量で進めることができるということである。

ベルギーは日本と遠く離れた国だが、日本と同じ植物や動物も多く見られる。似ているけれど、よく見ると違うというものもたくさんある。そういうところに地球の雄大な歴史、生命の神秘が感じられる。教科書に載っている知識を教えるだけでなく、そういった自然の不思議、面白さに出会わせることこそ、教師の職務であると感じた3年間だった。



図8 実際の授業で用いた掲示物